

AA



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 101 46 421 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
B 66 C 13/20
B 66 F 9/22
G 01 G 5/04
E 02 F 3/42

71 Aktenzeichen: 101 46 421.5
22 Anmeldetag: 20. 9. 2001
43 Offenlegungstag: 8. 5. 2002

DE 101 46 421 A 1

30 Unionspriorität:

60/236688 28. 09. 2000 US
09/934825 22. 08. 2001 US

71 Anmelder:

Caterpillar Inc., Peoria, Ill., US

74 Vertreter:

WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München

72 Erfinder:

Lueschow, Kevin J., Elmwood, Ill., US; Um, Dugan,
Elmwood, Ill., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung, die zur Ausführung einer Viskositätskompensation für ein Nutzlastmeßsystem konfiguriert ist

57 Die vorliegende Erfindung sieht ein Verfahren und eine Vorrichtung vor, die konfiguriert sind, um eine Viskositätskompensation für ein Nutzlastmeßsystem einer Maschine auszuführen. Die Maschine hat mindestens einen Zylinder zum Anheben eines Nutzlastträgers. Der Zylinder ist mit einer Strömungsmittelschaltung mit einem Betätigungsströmungsmittel verbunden. Eine Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels wird während des Anhebens einer ersten Nutzlast abgefühlt. Dann wird eine Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während eines Hubvorganges einer zweiten Nutzlast abgefühlt. Zusätzlich wird ein Parameter bestimmt, der die Strömungsmittelviskosität, die mit dem ersten und mit dem zweiten Hubvorgang assoziiert ist. Eine Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels wird während des Anhebens einer dritten Nutzlast abgefühlt, und ein Parameter wird bestimmt, der die Viskosität des Betätigungsströmungsmittels anzeigt, die mit dem dritten Hubvorgang assoziiert ist. Ein Nutzlastgewicht der dritten Nutzlast wird dann ansprechend auf die die Viskosität anzeigenden Parameter und die abgefühlte Vielzahl von Betätigungsströmungsmittel-druckwerten bestimmt.

DE 101 46 421 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Maschinen zur Übertragung von Massenmaterial und insbesondere auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Gewichtes des übertragenen Massenmaterials.

Technischer Hintergrund

[0002] Viele Maschinen, wie beispielsweise Lader werden im allgemeinen verwendet, um Massenmaterial von einem Lagerhaufen auf Transportmaschinen wie beispielsweise einen Lastwagen oder Schienenfahrzeuge zu übertragen. Bei solchen Maschinenladevorrichtungen ist es wünschenswert, daß die Transportmaschinen mit ihrer maximalen Nennkapazität beladen sind, jedoch nicht darüber hinaus. Eine zu geringe Beladung verursacht einen schlechten Wirkungsgrad beim Materiallieferzyklus und einen zu geringen Gebrauch der Arbeitsmaschinen. Eine Überladung bewirkt zusätzliche Instandhaltungskosten und zusätzliche Abnutzungen bei den Lastwagenrädern und Dämpfungssystemen. Darüber hinaus muß eventuell das überladene Material entladen werden, um das Lastgewicht zu verringern, was zusätzliche Kosten verursacht. Daher ist eine genaue Nutzlastmessung wünschenswert.

[0003] Die Nutzlastmessung ist auch wünschenswert als ein Verfahren zur Bestimmung der Betriebsproduktivität. Die Möglichkeit, das Gewicht des Materials, das während eines einzigen Vorgangs geladen wird, des Materials, das während einer Periode von 24 Stunden oder während irgend einer anderen Zeitperiode geladen wird, ansammeln bzw. aufaddieren zu können, ist für einen Betriebsmanager wertvoll.

[0004] Nutzlastmeßsysteme, die abgefühlte Hubzylinderdrücke verwenden, sind eingesetzt worden, die es dem System ermöglichen, unter Verwendung von bekannten Gewichten kalibriert zu werden, und dann verwendet zu werden, um das Nutzlastgewicht während des Betriebs der Maschine zu bestimmen. Dieses Meßverfahren hängt davon ab, daß das Verhältnis von Druck zu Gewicht konstant bzw. konsistent zwischen dem Zeitpunkt bleibt, wo die Maschine kalibriert wird, und dem Zeitpunkt, wo die Maschine die unbekannte Last mißt. Diese Konsistenz bzw. Übereinstimmung wird gestört, wenn die Viskosität des Arbeitsströmungsmittels von der Strömungsmittelviskosität beim Kalibrierungszeitpunkt abweicht. Gewisse Gewichtsmesssysteme, wie beispielsweise jenes, das im US-Patent 5 606 516 offenbart wurde, das an Douglas u. a. am 25. Februar 1997 ausgegeben wurde, sind entwickelt worden, die versuchen, den Veränderungen der Umgebungstemperatur oder Veränderungen der Temperatur eines Druckwandlers Rechnung zu tragen. Das von Douglas offenbarte System läßt sich auf eine Wiegeplattform oder Waage anwenden, die geeignet ist, um das Gewicht einer Maschine zu bestimmen, wie beispielsweise von einem Lastwagen. Douglas offenbart das Vorsehen eines Temperatursensors zur Bestimmung der Temperatur der Druckwandler und der verwendeten Hydraulikwandler. Ein Druckwandler kann seine Abfühlcharakteristiken basierend auf Veränderungen seiner Kerntemperatur verändern. Temperaturveränderungen der Wandler können aufgrund von Veränderungen der Umgebungstemperatur und möglicherweise aufgrund von Veränderungen der Temperatur des Strömungsmittels auftreten, das durch den Wandler läuft. Jedoch ist das Verwenden von Veränderungen der Temperatur des Wandlers, auch wenn diese teilweise aufgrund von Veränderungen der Strömungs-

mitteltemperatur kommen, ein nicht wirkungsvolles Verfahren zum berücksichtigen von Veränderungen der Betätigungsströmungsmittelviskosität während Messungen der Nutzlast. Es gibt beispielsweise keine direkte Beziehung zwischen Veränderungen der Strömungsmittelviskosität und Temperaturveränderungen des Druckwandlers selbst. Dies kommt teilweise von der Tatsache, daß die Umgebungstemperaturen die Temperatur des Druckwandlers beeinflussen. Zusätzlich können leichte Veränderungen der Betätigungsströmungsmitteltemperatur bemerkenswerte Veränderungen der Strömungsmittelviskosität zur Folge haben, können jedoch keine Temperaturveränderungen des Druckwandlers selbst zur Folge haben.

[0005] Veränderungen der Strömungsmittelviskosität haben einen merklichen Effekt auf die Nutzlastberechnungen. Die Viskosität des Strömungsmittels verändert sich, wenn sich die Temperatur verändert, wenn sich das Betätigungsströmungsmittel aufgrund des Gebrauchs oder der Zeit verschlechtert, oder wenn ein Strömungsmittel mit einer anderen Viskosität zur Hydraulikschaltung hin zugegeben wird. Veränderungen der Strömungsmittelviskosität beeinflussen den Druck des Strömungsmittels, wenn das Strömungsmittel durch die Ventile, Zylinder, die Pumpe und den Tank der Hydraulikschaltung läuft. Während daher die Drucksensoren genaue Auslesungen des Druckes liefern können, wenn sich die Temperatur verändert, korreliert der Druck nicht mit dem gleichen Nutzlastgewicht, das bei einer anderen Temperatur gemessen wurde, d. h. bei einer anderen Viskosität.

[0006] Die vorliegende Erfindung ist darauf gerichtet, eines oder mehrere der oben dargelegten Probleme zu überwinden.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Gemäß eines Aspektes der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur dynamischen Messung eines Nutzlastgewichtes für eine Maschine offenbart. Die Maschine hat mindestens einen Zylinder, um einen Nutzlastträger anzuheben. Der Zylinder ist mit einer Strömungsmittelschaltung mit einem Betätigungsströmungsmittel verbunden. Das Verfahren weist die Schritte auf, eine erste Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens einer ersten Nutzlast abzufühlen; eine zweite Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens einer zweiten Nutzlast abzufühlen; eine dritte Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens einer dritten Nutzlast abzufühlen; einen Parameter einzurichten, der die Viskosität des Betätigungsströmungsmittels anzeigt, die mit dem dritten Hubvorgang assoziiert ist; und ein Nutzlastgewicht der dritten Nutzlast ansprechend auf den Viskositätsparameter und die ersten und zweiten und dritten Werte der Vielzahl von Betätigungsströmungsmitteldruckwerten einzurichten.

[0008] Gemäß eines weiteren Aspektes der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung offenbart, die konfiguriert ist, um dynamisch ein Nutzlastgewicht für eine Arbeitsmaschine zu messen. Die Maschine hat mindestens einen Zylinder zum Anheben eines Nutzlastträgers. Der Zylinder ist mit einer Strömungsmittelschaltung mit einem Betätigungsströmungsmittel verbunden. Die Vorrichtung weist einen Drucksensor auf, der konfiguriert ist, um einen Druck des Betätigungsströmungsmittels abzufühlen, der mit dem Zylinder assoziiert ist, und darauf ansprechend ein Drucksignal zu erzeugen; einen Ausfahrsensor, der konfiguriert ist, um eine Charakteristik abzufühlen, die das Ausfahren des Zylinders anzeigt, und darauf folgend ein Ausfahrssignal zu erzeugen; und eine Steuervorrichtung, die konfiguriert ist, um eine Vielzahl von Ausfahr- und Drucksignalen aufzunehm-

men, mindestens ein die Viskosität anzeigendes Parametersignal, das mit einem ersten Hubvorgang einer ersten Nutzlast mit einem ersten Nutzlastgewicht assoziiert ist, mit einem zweiten Hubvorgang einer zweiten Nutzlast mit einem zweiten Nutzlastgewicht und mit einem dritten Hubvorgang einer dritten Nutzlast mit einem dritten Nutzlastgewicht, und das Gewicht der dritten Nutzlast ansprechend auf die Vielzahl von Drucksignalen, die Vielzahl von Ausfahrssignalen, den die Viskosität anzeigenden Parameter und das erste Nutzlastgewicht und das zweite Nutzlastgewicht zu bestimmen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Fig. 1 ist eine Seitenansicht des Vorderteils einer Ladermaschine;
 [0010] Fig. 2 ist ein Beispiel einer Hydraulikschaltung, die mit der vorliegenden Erfindung assoziiert ist;
 [0011] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;
 [0012] Fig. 4 ist eine grafische Darstellung des Zylinderdruckes gegenüber der Zylinderausfahrbewegung;
 [0013] Fig. 5A und 5B veranschaulichen ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung;
 [0014] Fig. 6 ist eine grafische Darstellung einer Nutzlasteinstellung gegenüber der Strömungsmitteltemperaturdifferenz; und
 [0015] Fig. 7 ist eine grafische Darstellung der Nutzlastgewichtverschiebung.

Beste Weg zur Ausführung der Erfindung

[0016] In Fig. 1 wird ein Nutzlastüberwachungssystem im allgemeinen durch das Bezugszeichen 10 dargestellt. Obwohl Fig. 1 einen vorderen Teil einer Radladermaschine 11 mit einem Nutzlastträger in Form einer Schaufel 16 zeigt, ist die vorliegende Erfindung gleichfalls auf Maschinen wie beispielsweise Raupenlader und andere Maschinen mit ähnlichen Ladewerkzeugen anwendbar. Die Schaufel 16 ist mit einer Hubarmanordnung 12 verbunden, die schwenkbar durch zwei hydraulische Hubzylinder 14 betätigt wird (von denen nur einer gezeigt ist) und zwar um ein Paar von Hubarmschwenkstiften 13 (von denen nur einer gezeigt ist) die am Fahrzeugrahmen angebracht sind. Ein Paar von lasttragenden Schwenkstiften 19 für den Hubarm (von denen nur einer gezeigt ist) sind an der Hubarmanordnung 12 und an den Hubzylindern 14 angebracht. Die Schaufel 16 kann auch durch einen Schaufelkippzylinder 15 gekippt werden.
 [0017] Das Nutzlastüberwachungssystem 10 weist einen Ausfahrssensor 20 auf, der konfiguriert ist, um eine Charakteristik abzufühlen, die die Ausfahrbewegung des Zylinders 14 anzeigt. Gemäß eines Ausführungsbeispiels ist der Ausfahrssensor ein Drehsensor 20, der konfiguriert ist, um die Drehung von einem der Hubarmschwenkstifte 13 abzufühlen, woraus die Geometrie der Hubarmanordnung 12 oder die Ausfahrposition der Hubzylinder 14 abgeleitet werden kann. Der gleiche Drehsensor 20 kann alternativ an den lasttragenden Schwenkstiften 19 eingebaut sein, um die gleiche Information zu liefern. In einem alternativen Ausführungsbeispiel ist der Ausfahrssensor 20 ein Positionssensor, der konfiguriert ist, um die Ausfahrposition oder Position eines Zylinders 14 abzufühlen.
 [0018] Ein Druckwandler 21 fühlt den Hydraulikdruck in einem der Hubzylinder 14 ab. Obwohl es zwei Zylinder 14 gibt, ist der Druck in den Zylindern im allgemeinen der gleiche bei einer gegebenen Nutzlast und einer gegebenen Hubarmanordnungsgeometrie. Somit ist das Abfühlen des Strömungsmitteldruckes, der mit einem der Zylinder 14 as-

soziiert ist, für die vorliegende Anwendung ausreichend. Zusätzlich ist der Zylinder 14 mit einer Betätigungsströmungsmittelschaltung 202 verbunden, die in Fig. 2 veranschaulicht ist, und nimmt Betätigungsströmungsmittel von dieser auf. Fig. 2 veranschaulicht nur ein Beispiel von einer Hydraulikschaltung 202, die mit zwei Hubzylindern 14 und einem Kippzylinder 15 verbunden ist. Fig. 2 zeigt den Ausfahrssensor 20 als einen Drucksensor 20, der mit dem Zylinder assoziiert ist, um die Position des Kolbens 50 zu bestimmen. Der Druckwandler 21 kann an anderen Stellen der Betätigungsströmungsmittelschaltung 202 gelegen sein, solange der Druckwandler 21 in einer Weise angeordnet wird, die das Abfühlen eines Druckes ermöglicht, der den Strömungsmitteldruck innerhalb des Zylinders 14 anzeigt.

[0019] Zusätzlich kann ein Temperatursensor 25, wie in den Fig. 2 und 3 veranschaulicht, verwendet werden, um die Temperatur des Betätigungsströmungsmittels abzufühlen, das in der Hydraulikschaltung 202 verwendet wird, die mit dem Hubzylinder 14 verbunden ist. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Temperatursensor 25 in einer Weise angeordnet, die es ermöglicht, daß der Sensor die Temperatur des Betätigungsströmungsmittels in dem Tank oder Strömungsmittelreservoir abfühlt, das mit der Hydraulikschaltung 202 assoziiert ist. Der Temperatursensor 25 erzeugt ein Signal, das die Temperatur des Betätigungsströmungsmittels anzeigt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Betätigungsströmungsmittel ein Hydraulikströmungsmittel, wie beispielsweise ein Hydrauliköl.

[0020] Mit Bezug auf Fig. 3 werden der Zylinderdruck, Ausfahrssensorsignale und Temperatursignale an einen Mikroprozessor oder eine Steuervorrichtung 24 geliefert. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Signale jeweils von Analog/Digitalwandlern (A/D-Wandler) 27 verarbeitet, bevor sie an die Steuervorrichtung 24 geliefert werden. Zusätzlich können die Signale in einem internen Speicher innerhalb der Steuervorrichtung 24 gespeichert werden, oder auf einer getrennten Speichervorrichtung 30.

[0021] Fig. 4 veranschaulicht grafisch die Beziehung zwischen dem Zylinderdruck und der Zylinderausfahrbewegung in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Druck- und Ausdehnungsdaten sind in einer Kurvendarstellung aufgezeichnet, die den Hubzylinderdruck auf der vertikalen Y-Achse und die Hubzylinderausfahrbewegung auf der horizontalen X-Achse hat. Eine erste Kurve 38 stellt den zur Kurve eingepaßten Druck gegenüber den Ausfahrpositionsdaten für ein erstes Gewicht einer leeren Laderschaufel 16 dar. Eine zweite Kurve 40 stellt den zur Kurve eingepaßten Druck gegenüber den Ausfahrpositionsdaten für eine Nutzlast mit bekanntem Gewicht dar. Diese Kurven 38, 40 können während eines Kalibrierungsprozesses bestimmt werden. Das bekannte Gewicht ist vorzugsweise auf oder nahe der Nennlastkapazität der Maschine 11. Jedoch können andere Nutzlastgewichte anstelle der oder in Verbindung mit der bevorzugten leeren Last und der nahezu maximalen Nennlast während des Kalibrierungsprozesses verwendet werden. Die tatsächlichen Drucksignale, die von dem Druckwandler 21 aufgenommen werden, sind zur Kurve eingepaßt worden und gemittelt worden, um zufällige Druckwellen zu entfernen, um die ersten und zweiten Kurven 38, 40 einzurichten, die in Fig. 3 veranschaulicht sind. Die Kurven 38, 40 können gesampelt bzw. aufgenommen und gespeichert werden, und zwar als Referenzgewichtskurven für das Nutzlastüberwachungssystem während des Kalibrierungsprozesses, wie unten beschrieben wird. Wie in Fig. 4 gezeigt, steigt der Hubzylinderdruck, wenn die Zylinderausfahrposition größer wird, und zwar während des Anhebens des Nutzlastträgers 16.

[0022] Eine dritte Hubkurve 43 veranschaulicht eine Hub-

kurve, die mit einem unbekannten Gewicht assoziiert ist. Die Kurve 43, die über die Spur 42 überlagert gezeigt ist, ist zur Kurve eingepaßt und gemittelt worden, um die zufälligen Druckwellen zu entfernen. Die Kurve 42 ist eine Spur von tatsächlichen Druckmessungen in einem Beispiel eines Hubvorgangs. Die Kurve 43 ist eine Darstellung des Druckes gegenüber der Ausfahrposition des gemessenen Gewichtes. Experimente haben gezeigt, daß der Hubzylinderdruck linear mit dem Gewicht einer Nutzlast bei einer speziellen Zylinderausfahrposition variiert. Daher kann das Nutzlastgewicht durch Interpolation berechnet werden, wenn die Kurve 43 zwischen die Referenzkurven 38, 40 fällt und durch Extrapolation, wenn die Kurve 43 außerhalb der Referenzkurven 38, 40 ist.

[0023] Zusätzlich haben Experimente gezeigt, daß der Strömungsmitteldruck innerhalb der Hydraulikschaltung 202 absinkt, wenn die Viskosität absinkt. Zusätzlich sinkt die Viskosität, wenn die Strömungsmitteltemperatur ansteigt. Daher sinkt der Strömungsmitteldruck, wenn die Temperatur des Betätigungsströmungsmittels bei einer gegebenen äquivalenten Nutzlast und äquivalenten Betriebszuständen der Hydraulikschaltung 202 ansteigt, wie in Fig. 4 veranschaulicht. Die Veränderung des Druckes aufgrund der Veränderungen der Strömungsmitteltemperatur führt zu einer irrtümlichen Gewichtsberechnung, außer wenn man die Änderung der Viskosität kompensiert.

[0024] Fig. 5A und 5B veranschaulichen ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren wird konfiguriert zur Kompensation der Veränderungen der Viskosität, die mit dem Betätigungsströmungsmittel der Hydraulikschaltung assoziiert ist, die mit den Hubzylindern verbunden ist, und zwar während der dynamischen Messung eines Nutzlastgewichtes. Die vorliegende Erfindung weist ein Kalibrierungsverfahren für das Nutzlastmeßsystem auf. Das Kalibrierungsverfahren weist das Anheben von zwei Nutzlasten von unterschiedlichem Gewicht auf, und die Bestimmung der Veränderungen der Druckmessungen, die während des Hubvorgangs auftreten. Ein Parameter, der die Viskosität des Betätigungsströmungsmittels anzeigt, wird während des Kalibrierungsverfahrens eingerichtet. Beispielsweise wird in einem Ausführungsbeispiel die Temperatur bestimmt, um eine Viskositätskompensation für die gewogene Nutzlast auszuführen. D. h., in einem Ausführungsbeispiel werden Temperaturmessungen verwendet, um den Veränderungen der Viskosität des Betätigungsströmungsmittels von dem Zeitpunkt, zu dem das Kalibrierungsverfahren ausgeführt wird, bis zu dem Zeitpunkt Rechnung zu tragen, bei dem die Nutzlast mit unbekanntem Gewicht angehoben wird.

[0025] In einem Ausführungsbeispiel kann die Einleitung des Kalibrierungsverfahrens beginnen, in dem der Bediener eine Nutzlastkalibrierungsoption aus einem (nicht gezeigten) Anzeigeschirm auswählt, der mit der Steuervorrichtung 24 verbunden ist. Die Steuervorrichtung 24 kann dann die Kalibrierungsroutine einleiten und das Anheben der Nutzlast überwachen. Sobald die Kalibrierungsroutine initialisiert ist, wird dann in einem ersten Steuerblock 502 eine erste Nutzlast mit bekanntem Gewicht angehoben. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Nutzlastträger 16 während einem der Kalibrierhubvorgänge leer. Daher können Kalibrierungsmessungen unter Verwendung eines leeren Nutzlastträgers 16 unternommen werden. In einem zweiten Steuerblock 504 wird eine Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der ersten Nutzlast abgefühlt. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird auch eine Vielzahl von Zylinderausfahrwerten während des Anhebens der ersten Nutzlast abgefühlt. Zusätzlich werden die Strömungsmitteldruckmessun-

gen und die Ausfahrmessungen vorzugsweise miteinander korreliert und im Speicher gespeichert. In einem Ausführungsbeispiel wird die Nutzlast vom Bodenniveau auf eine maximale Hubposition angehoben. Jedoch können andere Veränderungen in dem Bereich des Hubvorgangs ausgeführt werden, um die Druckmessungen zu erreichen.

[0026] Gemäß eines Ausführungsbeispiels überwacht das Nutzlastmeßsystem kontinuierlich die Zylinderausfahrposition. Basierend auf der Analyse der Zylinderausfahrdaten kann eine Bestimmung bezüglich dessen vorgenommen werden, ob der Nutzlastträger 16 angehoben wird. Wenn beispielsweise die Zylinderausfahrposition eine Hubausfahrswelle überschreitet, kann das System daraus schließen, daß eine Nutzlast angehoben wird, und der Strömungsmitteldruck kann abgefühlt und gespeichert werden, und zwar zusammen mit den assoziierten Zylinderausfahrmessungen. Wenn die Zylinderausfahrposition eine zweite Hubwellenausfahrposition überschreitet, kann bestimmt werden, daß der Hubvorgang vollendet ist, und zwar zum Zwecke der Nutzlastberechnung. Wenn alternativ die Ausfahrbewegung an einer Position für mehr als eine festgelegte Zeitdauer stoppt, dann kann der Hubvorgang als abgeschlossen angesehen werden. Alternativ kann der Hubvorgang als abgeschlossen angesehen werden, wenn es einen schnellen Abfall des Strömungsmitteldruckes gibt. D. h., wenn ein Nutzlastträger 14 Material fallen läßt, fällt der Strömungsmitteldruck in den Zylindern 14 schnell ab.

[0027] In einem dritten Steuerblock 506 wird eine zweite Nutzlast mit einem bekannten Gewicht angehoben. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die zweite Nutzlast nahe an einem maximalen Nutzlastgewicht. In einem vierten Steuerblock 508 wird eine Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der zweiten Nutzlast abgefühlt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird eine Vielzahl von Zylinderausfahrwerten während des Anhebens der zweiten Nutzlast abgefühlt. In einem Ausführungsbeispiel werden die abgefügten Druckwerte und Ausfahrwerte, falls sie aufgenommen wurden, im Speicher gespeichert. Zusätzlich werden die Strömungsmitteldruckmessungen und Ausfahrpositionsmessungen vorzugsweise miteinander korreliert und im Speicher gespeichert.

[0028] In einem Ausführungsbeispiel sind die Hydraulikschaltungszustände die gleichen für jeden Hubvorgang. Beispielsweise ist die Geschwindigkeit für jeden Hubvorgang vorzugsweise die gleiche.

[0029] In einem fünften Steuerblock 510 wird ein erster Parameter eingerichtet, der die Viskosität des Strömungsmittels während der ersten und zweiten Hubvorgänge anzeigt. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Betätigungsströmungsmitteltemperatur als der Parameter abgefühlt, der die Viskosität anzeigt. Daher wird die Temperatur des Betätigungsströmungsmittels, die mit den ersten und zweiten Hubvorgängen assoziiert ist, eingerichtet. Die ersten und zweiten Hubvorgänge werden vom Standpunkt der Zeit aus relativ nah aneinander ausgeführt, so daß es eine minimale Veränderung der Betätigungsströmungsmitteltemperatur ergibt. Daher kann die Temperatur des Betätigungsströmungsmittels während des zweiten Hubganges abgefühlt werden und gespeichert werden und als die Temperatur verwendet werden, die mit den ersten und zweiten Hubvorgängen assoziiert ist. In einem Ausführungsbeispiel werden die Temperaturen miteinander verglichen. Wenn eine Differenz zwischen den Temperaturen der ersten und zweiten Hubvorgänge eine Temperaturschwelle überschreitet, beispielsweise zwei Grad, dann kann der Kalibrierungsprozeß abgebrochen werden und erneut gestartet werden. Wenn die Temperaturdifferenz geringer ist als die Temperatur-

schwelle, dann könnte irgendeiner der Temperaturwerte verwendet werden, um die Temperatur während der Hubvorgänge darzustellen, oder die Temperaturen können zusammen gemittelt werden. In einem alternativen Ausführungsbeispiel können die Temperaturen einfach miteinander gemittelt werden. Auf jeden Fall wird eine Temperatur, die mit den ersten und zweiten Hubvorgängen assoziiert ist, eingerichtet und im Speicher gespeichert. In einem Ausführungsbeispiel sind die Messungen zur Kalibrierung aufgenommen worden, und das Nutzlastsystem ist nun bereit zum Betrieb.

[0030] In einem sechsten Steuerblock 512 wird während des Betriebes der Maschine eine dritte Nutzlast mit unbekanntem Gewicht angehoben. In einem siebten Steuerblock 514 wird eine Vielzahl von Druckwerten während des Anhebens des unbekannten Gewichtes abgefühlt. In einem achten Steuerblock 516 wird ein Parameter eingerichtet, der die Viskosität des Betätigungsströmungsmittels anzeigt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der eingerichtete Parameter die Temperatur des Betätigungsströmungsmittels. Daher wird die Temperatur während des Anhebens des unbekannten Gewichtes abgefühlt. Wie oben besprochen kann die Bestimmung, wann ein Hubvorgang beginnt oder endet basierend auf der Überwachung der Ausfahrbewegung der Zylinder und deren Veränderung vorgenommen werden und/oder aufgrund der Überwachung des Strömungsmitteldruckes und seiner Veränderung. Daher versucht in einem Ausführungsbeispiel das Nutzlastsystem nicht kontinuierlich, ein Nutzlastgewicht zu bestimmen, auch wenn die Maschine keinen Hubvorgang ausführt.

[0031] In einem neunten Steuerblock 518 wird ein Nutzlastgewicht der dritten Nutzlast ansprechend auf die ersten und zweiten die Viskosität anzeigenden Parameter eingerichtet (d. h. ansprechend auf die ersten und zweiten Temperaturen), weiter ansprechend auf die ersten, zweiten und dritten der Vielzahl von Strömungsmitteldruckwerten und die ersten und zweiten Nutzlastgewichte. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Nutzlastgewicht der dritten Nutzlast nicht eingerichtet, bis der Hubvorgang der dritten Nutzlast vollendet ist. Alternativ kann die Nutzlast bestimmt werden, wenn die Daten gesammelt werden, oder sobald alle erwünschten Daten gesammelt wurden. Zusätzlich werden in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Ausfahrsensordaten vorzugsweise verwendet, um das Nutzlastgewicht der dritten Nutzlast zu bestimmen.

[0032] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Einrichten des dritten Nutzlastgewichtes die Bestimmung eines unkompenzierten Gewichtswertes für die Nutzlast auf. Das unkompenzierte Nutzlastgewicht wird dann modifiziert, um die Viskositätsveränderungen zwischen der Kalibrierung und dem Betrieb des Nutzlastsystems zu kompensieren. Entsprechend wird ein erster Differenzdruck zwischen den Strömungsmitteldrücken, die während des Hebens des unbekannten Gewichtes abgefühlt werden, und den Strömungsmitteldrücken bestimmt, die während des Hebens einer leeren Schaufel abgefühlt werden (d. h. während des ersten Hubvorgangs). Ein zweiter Differenzdruck zwischen den Strömungsmitteldrücken, die während des Hebens des bekannten Gewichtes abgefühlt werden, und den Strömungsmitteldrücken, die während des Hebens des leeren Nutzlastgewichtes abgefühlt werden, bestimmt. Die erste Druckdifferenz wird durch die zweite Druckdifferenz geteilt und das Ergebnis wird mit dem bekannten Nutzlastgewicht multipliziert. Die folgende Gleichung wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel verwendet, um das nicht kompensierte unbekannte Nutzlastgewicht zu bestimmen.

$$\text{Nutzlast} = \text{kalibriertes Gewicht} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Pd_i}{Cd_i}}{n}$$

wobei gilt:

Nutzlast ist das unbekannte Gewicht

kalibriertes Gewicht ist das bekannte Gewicht zum Zeitpunkt der Kalibrierung d. h. das zweite Gewicht minus das erste Gewicht

Pd ist die Differenz zwischen dem abgefühlten Strömungsmitteldruck bei einer gegebenen Zylinderausfahrposition während des Anhebens eines unbekannten Gewichtes und dem assoziierten Druck, der während des Anhebens einer leeren Schaufel abgefühlt wird

Cd ist die Differenz zwischen dem abgefühlten Strömungsmitteldruck für eine gegebene Zylinderausfahrposition während des Anhebens eines bekannten Gewichtes und dem assoziierten abgefühlten Druck für eine gegebene Zylinderausfahrbewegung während des Anhebens einer leeren Schaufel

n ist die Anzahl der Druckmessungen, die bei der Bestimmung verwendet wird. In einem Ausführungsbeispiel werden alle gültigen aufgenommenen Druckmessungen verwendet. Alternativ kann ein Untersatz von einer oder mehreren Messungen verwendet werden.

[0033] Sobald ein nicht kompensiertes Gewicht für die dritte Nutzlast bestimmt wird, kann das Gewicht modifiziert werden, um Viskositätsveränderungen zu kompensieren. Wie erwähnt, können im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Viskositätsveränderungen durch Vorsehen von Strömungsmitteltemperaturmessungen kompensiert werden. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Gleichung zum Modifizieren des Nutzlastgewichtes als eine Funktion der Temperatur die folgende:

$$\text{Nutzlast aktualisiert} = \text{Nutzlast} + (M \cdot dtemp)$$

wobei gilt

dTemp ist die Differenz zwischen der Temperatur des Betätigungsströmungsmittels, die während des Anhebens des unbekannten Gewichtes abgefühlt wird, und der Strömungsmitteltemperatur zum Zeitpunkt der Kalibrierung.

m ist ein Wert, der empirisch bestimmt wird, und der von der Einrichtung abhängt. Beispielsweise kann sich der Wert von einer Maschinenbauart oder -konfiguration zur nächsten ändern.

[0034] Fig. 6 ist eine Kurvendarstellung, die ein Ausführungsbeispiel einer repräsentativen Nutzlasteinstellung veranschaulicht, die basierend auf der Temperaturdifferenz erwünscht ist. Der Wert m wird empirisch bestimmt, um die Temperatur- (oder Viskositäts-) Kompensationskurve der Fig. 6 anzunähern.

[0035] In einem alternativen Ausführungsbeispiel weist das Einrichten des dritten Nutzlastgewichtes die Bestimmung eines Durchschnittes der Druckwerte auf, die während des ersten Hubvorganges abgefühlt werden. Dieser durchschnittliche Druck kann nach der Vollendung des ersten Hubvorgangs bestimmt werden und zu diesem Zeitpunkt im Speicher gespeichert werden. Zusätzlich kann ein Durchschnitt der Druckwerte gemittelt werden, die während des zweiten Hubvorganges abgefühlt werden. Dieser Mittelwert kann auch nach dem zweiten Hubvorgang bestimmt und gespeichert werden. Die durchschnittlichen Druckwerte werden miteinander verglichen, um einen Differenzdruck zu bestimmen. Die Druckwerte, die mit dem dritten Hubvorgang assoziiert sind, werden auch miteinander gemittelt. Die durchschnittlichen Druckwerte des ersten

oder leeren Hubvorgangs und des dritten Hubvorgangs werden miteinander verglichen, um einen zweiten Differenzdru-
 chschnittsdruck zu bestimmen. Zusätzlich kann eine
 Temperaturdifferenz zwischen der ersten Temperatur, die
 mit der Temperatur des Betätigungsströmungsmittels wäh-
 rend der ersten und zweiten Hubvorgänge assoziiert ist, und
 der abgefühlten Temperatur bestimmt werden, die mit dem
 Betätigungsströmungsmittel während des dritten Hubvor-
 gangs assoziiert ist. Das Nutzlastgewicht kann dann als eine
 Funktion des durchschnittlichen Differenzdruckes der ersten
 und zweiten Hubvorgänge bestimmt werden, aufgrund des
 Differenzdru-
 chschnittsdruckes der ersten und dritten Hub-
 vorgänge und der Temperaturdifferenz. Die Beziehung kann
 durch die folgende Gleichung gekennzeichnet werden:

Nutzlast aktualisiert = (kalibriertes Gewicht · dP2/dP3) +
 (m · dTemp)

wobei gilt:

kalibriertes Gewicht ist das bekannte Gewicht zum Zeit-
 punkt des Kalibrierens, d. h. das zweite Gewicht minus das
 erste Gewicht

dP2 ist gleich der Differenzdru-
 chschnittsdruck, der mit den
 ersten und zweiten Hubvorgängen assoziiert ist

dP3 ist der Differenzdru-
 chschnittsdruck, der mit den ersten
 und dritten Hubvorgängen assoziiert ist

m ist ein Wert, der empirisch bestimmt wird und von der
 Einrichtung abhängt. Die Konstante m wird empirisch be-
 stimmt, um die Temperatur- (oder Viskositäts-) Kompensa-
 tionskurve der Fig. 6 anzunähern.

[0036] Ein typischer Ladezyklus eines Laders 11 weist in
 Folge folgendes auf: Graben und/oder Ansammeln eines
 Materialhaufens, Rückkippen der Schaufel 16 zum Halten
 der Last, Umkehren und Rückwärtsherausfahren aus dem
 Haufen, während die Schaufel 16 angehoben wird, Fahren
 zu einer Abladestelle oder einem Transportfahrzeug, wäh-
 rend kontinuierlich die Schaufel 16 angehoben wird, und
 schließlich Abladen der Last aus der angehobenen Position.
 Die Maschine gräbt typischerweise zum Beginn eines Hub-
 zyklusses und läßt am Ende des Hubzyklusses ab. Daher
 kann der Zylinderdruck drastisch an jedem Ende des Hubzy-
 klusses variieren, was dazu führt, daß das Abfühlen der Da-
 ten nicht anzeigt, wann die tatsächliche Nutzlast angehoben
 wird. Zusätzlich kann die Zylinderfahrposition während
 des Betriebes variieren, und zwar abhängig davon, wo das
 Material abgeladen wird. Beispielsweise können unter-
 schiedliche zu beladende Lastwagen unterschiedliche Hö-
 hen haben, die erreicht werden müssen, bevor das Material
 in den Lastwagen geladen werden kann. Zusätzlich kann ein
 Abladehaufen zu einer anderen Hubausfahrposition führen,
 als bei einem Lastwagen, damit das Material abgeladen
 wird, und zwar abhängig von der Höhe des Abladehaufens.
 Daher wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ein
 erwünschter Hubbereich eingerichtet, in dem angenommen
 werden kann, daß die abgefühlten Druckwerte anzeigen, daß
 die Nutzlast angehoben wird, d. h. die abgefühlten Druck-
 werte können als gültige Daten angesehen werden. In einem
 Ausführungsbeispiel ist der erwünschte Hubbereich zwi-
 schen 50 Prozent (einer erwünschten minimalen Hub-
 schwelle) und 80 Prozent (einer erwünschten maximalen
 Hubschwelle) der maximalen Ausfahrposition der Hubzyl-
 nder. Daher werden im bevorzugten Ausführungsbeispiel
 die abgefühlten Druckwerte von irgendeinem der ersten,
 zweiten oder dritten Hubvorgänge nur verwendet, wenn der
 assoziierte abgefühlte Zylinderfahrwert innerhalb eines
 erwünschten Hubbereiches ist.

[0037] Alternativ kann ein erwünschter Hubbereich basie-
 rend auf einer Analyse der abgefühlten Drücke eingerichtet
 werden. Beispielsweise können die abgefühlten Druckwerte
 analysiert werden, um zu bestimmen, wann die Druckdiffe-

renz zwischen zwei oder mehreren Druckauslesungen gerin-
 ger ist als eine akzeptable Differenz. Wenn beispielsweise
 die sequentiellen Druckwerte große Veränderungen des
 Druckes während einer kleinen Veränderung der Zylinder-
 ausfahrbewegung anzeigen, können die Druckauslesungen
 aus der Nutzlastmessungskalibrierung oder dem Bestim-
 mungsprozeß weggelassen werden. Andere Datenfilterungs-
 und Datenanalysetechniken können verwendet werden, um
 zu bestimmen, wann die Daten gültig sind und einen Hub-
 vorgang darstellen. In dieser Weise kann das System auto-
 matisch einer Instabilität der Daten Rechnung tragen, und
 wann ein Hubvorgang begonnen hat und geendet hat. Altern-
 ativ kann ein erwünschter Druckbereich so eingerichtet
 werden, daß der abgefühlte Druck innerhalb des Druckbe-
 reiches sein muß, der während der Verarbeitung berücksich-
 tigt wird.

[0038] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Ka-
 librierungsprozeß ausgeführt, wenn die Betätigungsströ-
 mungsmitteltemperatur über einer Kalibrierungstemperatur-
 schwelle ist. Experimente haben gezeigt, daß wenn das Be-
 tätigungsströmungsmittel unter einer Temperaturschwelle
 ist, beispielsweise bei 50 Grad Celsius, die Druckauslesun-
 gen stark während des Kalibrierungsprozesses variieren
 können, was zu ungenauen Nutzlastmessungen führt. In ei-
 nem Ausführungsbeispiel wird gesagt, daß das System ei-
 nen stetigen Zustand erreicht, wenn die Betätigungsströ-
 mungsmitteltemperatur auf oder über der Kalibrierungstem-
 peraturschwelle ist. Daher wird das System im bevorzugten
 Ausführungsbeispiel keine Kalibrierung ausführen, wenn
 die Strömungsmitteltemperatur unter einer Kalibrierungs-
 temperaturschwelle liegt. Wenn frühere Kalibrierungswerte
 verfügbar sind, können die verschiedenen Werte weiterhin
 für Nutzlastmessungen verwendet werden. Alternativ kann
 der Bediener der Maschine den Motor aufwärmen lassen,
 den Motor im hohen Leerlauf laufen lassen oder die Schau-
 fel 16 einmal oder mehrmals anheben, bis die Betätigungs-
 strömungsmitteltemperatur so ansteigt, daß die Kalibrierung
 ausgeführt werden kann.

[0039] In einem Ausführungsbeispiel kann das Kalibrie-
 rungsverfahren ausgeführt werden, wenn die Betätigungs-
 strömungsmitteltemperatur unter der erwünschten Strö-
 mungsmittelkalibrierungstemperatur ist. Wenn in einem
 Ausführungsbeispiel die Temperatur unter der erwünschten
 Temperaturschwelle liegt, ist die Gleichung zur Modifika-
 tion des Nutzlastgewichtes als eine Funktion der Temperatur
 wie folgt:

Nutzlast aktualisiert = Nutzlast + (m · dTemp + B)

wobei gilt:

dTemp ist die Differenz zwischen der Temperatur des Be-
 tätigungsströmungsmittels, die während des Anhebens des
 unbekannten Gewichtes abgefühlt wurde, und der Strö-
 mungsmitteltemperatur zum Zeitpunkt der Kalibrierung
 m und B sind Werte, die empirisch bestimmt wurden und
 von dem Aufbau abhängen. Beispielsweise kann sich der
 Wert von einer Bauart oder Konfiguration einer Maschine
 zur nächsten verändern.

[0040] Der Wert B stellt eine Nutzlastversetzungseinstel-
 lung dar. Die Nutzlastversetzung ist eine Form der Nutzlast-
 abweichung oder Nutzlastverschiebungskompensation.
 D. h. beispielsweise, wenn ein Motor gestartet wird, ist das
 System in einem transienten Zustand. Das Nutzlastsystem
 kann Fluktuationen erfahren, und zwar aufgrund von mehr-
 eren Ausgaben bzw. Ausgangsgrößen, wie beispielsweise
 wenn sich die Betätigungsströmungsmittelviskosität zu ver-
 ändern beginnt, wenn das Strömungsmittel beginnt, sich
 aufzuwärmen. Fig. 7 veranschaulicht Nutzlastfluktuationen,
 die für eine gegebene Nutzlast auftreten, wenn sich der Sy-
 stemstatus verändert, wenn die Kalibrierung unter einer er-

wünschten Temperaturschwelle ausgeführt wurde. Ein Beispiel einer Veränderung des Systemzustandes sind die Betätigungsströmungsmittelfluktuationen, die auftreten, wenn sich die Strömungsmitteltemperatur verändert. Das Ergebnis ist, daß in diesem Ausführungsbeispiel irgendwelche Nutzlastmessungen versetzt oder verschoben werden müßten, um zu berücksichtigen, daß man das System bei einer Temperatur unter der erwünschten Temperaturschwelle kalibriert hat. Daher wird in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung der Wert B, der in der obigen Gleichung dargestellt ist, verwendet, um der Nutzlastverschiebung Rechnung zu tragen, die auftritt, wenn die Temperatur unter der Kalibrierungsschwelle ist. Die Verschiebungsvariable B kann eine Variable sein, die von der Strömungsmitteltemperatur abhängt, bei der die Kalibrierung aufgetreten ist. Daher können unterschiedliche Werte von B gespeichert werden und basierend auf der Kalibrierungstemperatur verwendet werden.

[0041] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Kalibrierungsverfahren ausgeführt, wenn das Nutzlastsystem einen stetigen Zustand erreicht hat. Wie erwähnt wird in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der stetige Zustand erreicht oder das System stabilisiert sich zumindestens bei einem erwünschten Zustand, beispielsweise werden nicht durchgängige Druckauslesungen weniger, wenn die Strömungsmitteltemperatur ungefähr 50 Grad erreicht. Jedoch können andere Parameter abgefühlt werden, um zu bestimmen, wann das System ein System mit stetigem Zustand erreicht hat, wie beispielsweise die konstante Motorkühlmitteltemperatur oder Getriebeöltemperatur.

[0042] Andere Viskositätskompensationstechniken können als Alternativen zu der obigen Nutzlastmessungskalibrierungs- und -überwachungstechnik verwendet werden oder in Verbindung mit dieser. Beispielsweise kann in einem Ausführungsbeispiel die Viskosität des Betätigungsströmungsmittels während des Kalibrierungsprozesses bestimmt werden. Der Bediener kann die Maschine und die assoziierte Hydraulikschaltung in einer definierten Position konfigurieren, beispielsweise im Lauf bei geringem Leerlauf, wobei der Nutzlastträger auf dem Boden ruht, und zwar mit einer konsistenten bzw. gleichbleibenden Last auf der Hydraulikschaltung. Der Nutzlastträger 16 kann vom Bediener zur Bewegung angewiesen werden, und die Ansprechzeit des Trägers 16 kann gemessen werden, um zu bestimmen, welche Verzögerung es gibt, falls überhaupt. Ansprechzeiten können durch die Anwendung der Ausfahrpositionssensoren bestimmt werden, d. h. durch Überwachung der Verzögerung zwischen einer angewiesenen Handlung und der tatsächlichen Bewegung des Trägers 16. Die Ansprechzeiten können mit Standardansprechzeiten für unterschiedliche Strömungsmittelgüten bzw. Strömungsmittelarten verglichen werden. Eine gegenwärtige Viskosität des Betätigungsströmungsmittels kann basierend auf dem Vergleich der Ansprechzeiten bestimmt oder abgeschätzt werden. Temperatureauslesungen können auch bei der Bestimmung der Viskosität vorgesehen werden. Von der Viskosität abhängige Variablen können dann während der Nutzlastmessungen verwendet werden, um verbesserte Messungen vorzuziehen. Beispielsweise können mehrere Viskositätskompensationskurven, wie beispielsweise jene, die in Fig. 6 veranschaulicht sind, empirisch entwickelt werden, um die erwünschte Nutzlasteinstellung darzustellen, und zwar basierend auf der Temperaturdifferenz oder den unterschiedlichen Viskositäten. Zusätzlich können die tatsächlichen Temperaturen bei den Kompensationskurven berücksichtigt werden, so daß sie Veränderungen in den Nutzlastmessungen für eine eingerichtete Strömungsmittelviskosität, eine Temperaturdifferenz und die absoluten Strömungsmittel-

temperatureauslesungen darstellen. In dieser Weise kann zusätzliche Genauigkeit für die Nutzlastmessungen vorgesehen werden.

Industrielle Anwendbarkeit

[0043] Der Betrieb der vorliegenden Erfindung wird am besten mit Bezugnahme auf ihre Anwendung bei Ladeanwendungen beschrieben, wobei es wichtig ist, das Gewicht der Nutzlast zu kennen. Dieses Nutzlastmeßsystem ist auch bei Vorgängen wertvoll, wo es wünschenswert ist, die Produktivität des Laderfahrzeuges zu überwachen.

[0044] Vor der Verwendung des Nutzlastmonitors 10 sollte das System kalibriert werden. Die Kalibrierung sollte auch immer dann wiederholt werden, wenn es eine Veränderung der Hubarmanordnungskonfiguration gegeben hat, wie beispielsweise wenn man auf eine andere Schaufel 16 umrüstet, oder bei einer wesentlichen Umrüstung von irgend einem der Hubarmanordnungsunterysteme. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Kalibrierung des Nutzlastüberwachungssystems 10 das Heben der Hubarmanordnung 12 vom Erdbodenniveau auf ein Abladenniveau mit leerer Schaufel 16 auf, das Einrichten des Nutzlastgewichtes und die Wiederholung des Verfahrens mit einem Material von unbekanntem Gewicht in der Schaufel 16. Vorzugsweise ist das bekannte Gewicht nahe bei der Nennkapazität des Laderfahrzeuges 11 oder auf der Nennkapazität. Zusätzlich sollte vorzugsweise die Schaufel 16 während des Hubverfahrens zurückgekippt sein, um sicher zu stellen, daß der Schwerpunkt (C.G. = center of gravity) des Nutzlastgewichtes nahe des Mittelpunktes der Schaufel 16 bleibt. Die Einschränkung, daß die Schaufel 16 zurückgekippt ist, kann weggelassen werden, wenn man einen Positionssensor im Kippzylinder 15 vorsieht, um den Grad der Schaufelverkipfung abzufühlen, um die Verschiebung des Schwerpunktes zu kompensieren.

[0045] Ein typischer Ladezyklus eines Laders 11 weist in Folge folgendes auf: Graben und/oder Ansammeln eines Materialhaufens, Rückkippen der Schaufel 16 zum Halten der Last, Umkehren und Rückwärtsherausfahren aus dem Haufen, während die Schaufel 16 angehoben wird, Fahren zu einer Abladestelle oder einem Transportfahrzeug, während man kontinuierlich die Schaufel 16 anhebt, und schließlich Abladen der Last aus der angehobenen Position. Dieser Ladezyklus wird nicht durch die Verwendung der dynamischen Nutzlastüberwachungsvorrichtung 10 unterbrochen, da das Anhalten der Maschine 11 nicht erforderlich ist, und die Schaufel 16 nicht auf einer speziellen Höhe für eine Zeitperiode positioniert sein muß.

[0046] Die vorliegende Erfindung ist auch erweiterbar auf andere Maschinen mit anderen Verbindungskonfigurationen durch Kompensation der Differenz davon. Vorhergesehene anwendbare Maschinenbauarten sind beispielsweise Bagger, Vorderschaufellader, Baggerlader und irgendwelche Maschinen, die mindestens ein Gelenk mit mindestens einem Hydraulikzylinder haben, um diese Gelenkkonfiguration zu modifizieren. Für diese Fahrzeuggelenkkonfigurationen können zusätzliche Druck- und Ausfahrpositionssensoren nötig sein, um den Zylinderdruck und die Verbindungsgeometrie während des Arbeitszyklusses zu detektieren. Jedoch bleiben die grundlegenden Nutzlastgewichtsberechnungen gleich.

[0047] Andere Aspekte, Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung können aus einem Studium der Zeichnungen, der Offenbarung und der beigefügten Ansprüche erhalten werden.

1. Verfahren zur dynamischen Messung eines Nutzlastgewichtes für eine Maschine mit mindestens einem Zylinder zum Anheben eines Nutzlastträgers, wobei der Zylinder mit einer Strömungsmittelschaltung mit einem Betätigungsströmungsmittel verbunden ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 1. Anheben einer ersten Nutzlast mit einem ersten Nutzlastgewicht;
 2. Abfühlen einer ersten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der ersten Nutzlast;
 3. Anheben einer zweiten Nutzlast mit einem zweiten Nutzlastgewicht;
 - Abfühlen einer zweiten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der zweiten Nutzlast;
 - Einrichten einer ersten Temperatur des Betätigungsströmungsmittels, die mit dem ersten Hubvorgang und dem zweiten Hubvorgang assoziiert ist;
 - Anheben einer dritten Nutzlast mit einem dritten Nutzlastgewicht;
 - Abfühlen einer dritten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der dritten Nutzlast;
 - Einrichten einer zweiten Temperatur des Betätigungsströmungsmittels, die mit dem dritten Hubvorgang assoziiert ist; und
 - Einrichten bzw. Bestimmen eines Nutzlastgewichtes der dritten Nutzlast ansprechend auf die erste Betätigungsströmungsmitteltemperatur, die zweite Betätigungsströmungsmitteltemperatur und die ersten und zweiten und dritten Vielzahlen von Betätigungsströmungsmitteldruckwerten und die ersten und zweiten Nutzlastgewichte.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei weiter der Schritt des Einrichtens bzw. Bestimmens eines Nutzlastgewichtes weiter folgende Schritte aufweist:
 - Bestimmen eines ersten Differenzdurchschnittsdruckes zwischen den ersten und zweiten Vielzahlen von Druckwerten;
 - Bestimmen eines zweiten Differenzdurchschnittsdruckes zwischen den ersten und dritten Vielzahlen von Druckwerten;
 - Bestimmen einer Strömungsmitteltemperaturdifferenz zwischen der ersten Strömungsmitteltemperatur und der zweiten Strömungsmitteltemperatur; und
 - Einrichten bzw. Bestimmen des dritten Nutzlastgewichtes ansprechend auf die erste Betätigungsströmungsmitteltemperatur, die zweite Betätigungsströmungsmitteltemperatur, die ersten und zweiten Differenzdurchschnittsdrücke und das erste und zweite Nutzlastgewicht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Bestimmens eines dritten durchschnittlichen Druckes der dritten Vielzahl von Druckwerten weiter folgende Schritte aufweist:
 - Einrichten bzw. Bestimmen eines erwünschten Hubbereiches innerhalb des dritten Hubvorgangs; und
 - Bestimmen eines dritten Durchschnittsdruckes der dritten Vielzahl von Druckwerten, die während des erwünschten Hubbereiches abgefühlt wurde.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Schritt des Einrichtens eines erwünschten Hubbereiches weiter folgende Schritte aufweist:
 - Einrichten einer erwünschten minimalen Hubschwelle; und

- Einrichten einer erwünschten maximalen Hubschwelle.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Schritt des Einrichtens bzw. Festlegens eines erwünschten Hubbereiches den Schritt aufweist, eine Vielzahl von Zylinderausfahrpositionen während des dritten Hubvorgangs zu bestimmen.
6. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt der Bestimmung eines dritten Durchschnittsdruckes der dritten Vielzahl von Druckwerten weiter folgende Schritte aufweist:
 - Einrichten eines erwünschten Druckbereiches innerhalb des dritten Hubvorgangs; und
 - Bestimmen eines dritten Durchschnittsdruckes der dritten Vielzahl von Druckwerten, die innerhalb des erwünschten Druckbereiches abgefühlt wurden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Abfühls einer ersten Vielzahl von Druckwerten folgende Schritte aufweist:
 - Einrichten einer Temperaturschwelle; und
 - Abfühlen einer Temperatur des Betätigungsströmungsmittels; und
 - Abfühlen der ersten Vielzahl von Druckwerten ansprechend darauf, daß die abgeführte Temperatur die Temperaturschwelle überschreitet.
8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Einrichtens der ersten Temperatur folgenden Schritt aufweist:
 - Abfühlen einer ersten Hubvorgangstemperatur des Betätigungsströmungsmittels während des ersten Hubvorgangs;
 - Abfühlen einer zweiten Hubvorgangstemperatur des Betätigungsströmungsmittels während des zweiten Hubvorgangs;
 - Bildung des Durchschnittes der ersten Hubvorgangstemperatur und der zweiten Hubvorgangstemperatur; und
 - Einrichten der ersten Temperatur ansprechend auf den Mittelwert.
9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Einrichtens der ersten Temperatur folgende Schritte aufweist:
 - Abfühlen einer ersten Hubvorgangstemperatur des Betätigungsströmungsmittels während des ersten Hubvorgangs;
 - Abfühlen einer zweiten Hubvorgangstemperatur des Betätigungsströmungsmittels während des zweiten Hubvorgangs; und
 - Einrichten bzw. Festlegen der ersten Temperatur ansprechend darauf, daß die erste Hubvorgangstemperatur innerhalb einer Temperaturschwelle der zweiten Hubvorgangstemperatur liegt.
10. Vorrichtung, die konfiguriert ist, um dynamisch ein Nutzlastgewicht für eine Maschine mit mindestens einem Zylinder zum Anheben eines Nutzlastträgers zu messen, wobei der Zylinder mit einer Strömungsmittelschaltung verbunden ist, die ein Betätigungsströmungsmittel aufweist, wobei die Vorrichtung folgendes aufweist:
 - einen Drucksensor, der konfiguriert ist, um einen Druck des Betätigungsströmungsmittels abzufühlen, der mit dem Zylinder assoziiert ist, und um darauf ansprechend ein Drucksignal zu erzeugen;
 - einen Ausfahrpositionssensor, der konfiguriert ist, um eine Charakteristik abzufühlen, die eine Ausfallposition des Zylinders anzeigt, und um darauf ansprechend ein Ausfahrpositionssignal zu erzeugen;
 - einen Temperatursensor, der konfiguriert ist, um eine

Temperatur des Betätigungsströmungsmittels abzufühlen und darauf ansprechend ein Temperatursignal zu erzeugen; und
 eine Steuervorrichtung, die konfiguriert ist, um eine Vielzahl der Ausfahrpositionssignale aufzunehmen, und eine Vielzahl der Drucksignale, und zwar während eines ersten Hubvorgangs einer ersten Nutzlast mit einem ersten Nutzlastgewicht, während eines zweiten Hubvorgangs einer zweiten Nutzlast mit einem zweiten Nutzlastgewicht, und während eines dritten Hubvorgangs einer dritten Nutzlast mit einem dritten Nutzlastgewicht, weiter mindestens ein Temperatursignal während des ersten Hubvorgangs und des zweiten Hubvorgangs aufzunehmen, und ein Temperatursignal während des dritten Hubvorgangs aufzunehmen und ein Gewicht der dritten Nutzlast ansprechend auf die Vielzahl von Drucksignalen, die Vielzahl von Ausfahrpositionssignalen, das mindestens eine Kalibrierungstemperatursignal, das dritte Hubtemperatursignal, das erste Nutzlastgewicht und das zweite Nutzlastgewicht zu bestimmen.
 11. Steuervorrichtung nach Anspruch 10, die weiter konfiguriert ist, um eine Temperaturdifferenz ansprechend auf die mindestens eine Kalibrierungstemperatur und die dritte Hubvorgangstemperatur zu bestimmen, weiter das dritte Nutzlastgewicht ansprechend auf die Vielzahl von Drucksignalen, die Vielzahl von Ausfahrpositionssignalen, die Temperaturdifferenz, das erste Nutzlastgewicht und das zweite Nutzlastgewicht zu bestimmen.
 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Steuervorrichtung weiter geeignet ist, um eine erste Druckdifferenz ansprechend auf die Vielzahl von Drucksignalen zu bestimmen, die mit dem ersten Hubvorgang und dem zweiten Hubvorgang assoziiert sind, und eine zweite Druckdifferenz ansprechend auf die Vielzahl von Drucksignalen, die mit dem ersten Hubvorgang und dem zweiten Hubvorgang assoziiert sind, weiter eine Gewichts-differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Nutzlastgewicht zu bestimmen, ein unkompensiertes drittes Gewicht ansprechend auf die ersten und zweiten Druckdifferenzen und die Gewichts-differenz zu bestimmen, und das dritte Nutzlastgewicht ansprechend auf das unkompensierte Gewicht und die Temperaturdifferenz zu bestimmen.
 13. Verfahren zur dynamischen Messung eines Nutzlastgewichtes für ein Fahrzeug mit mindestens einem Zylinder zum Anheben eines Nutzlastträgers; wobei der Zylinder mit einer Strömungsmittelschaltung mit einem Betätigungsströmungsmittel verbunden ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 Anheben einer ersten Nutzlast mit einem ersten Nutzlastgewicht;
 Anheben einer zweiten Nutzlast mit einem zweiten Nutzlastgewicht;
 Einrichten einer ersten Viskosität des Betätigungsströmungsmittels während mindestens dem ersten und dem zweiten Hubvorgang;
 Anheben einer dritten Nutzlast mit einem dritten Nutzlastgewicht;
 Abfühlen einer ersten Betätigungsströmungsmitteltemperatur während des dritten Hubvorgangs;
 Bestimmung einer Veränderung der Viskosität ansprechend auf die erste Strömungsmitteltemperatur; und
 Bestimmung des dritten Nutzlastgewichtes ansprechend auf das erste Nutzlastgewicht, auf das zweite Nutzlastgewicht und auf die Viskositätsveränderung.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, das weiter folgende

Schritte aufweist:
 Abfühlen einer ersten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der ersten Nutzlast;
 Abfühlen einer zweiten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der zweiten Nutzlast; und
 Abfühlen einer dritten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der dritten Nutzlast.
 15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Schritt der Bestimmung eines Gewichtes der dritten Nutzlast weiter den Schritt aufweist, das dritte Nutzlastgewicht ansprechend auf die dritte Nutzlast, ansprechend auf die Veränderung der Viskosität und auf die erste und zweite und dritte Vielzahl von Betätigungsströmungsmitteldruckwerten und die ersten und zweiten Nutzlastgewichte zu bestimmen.
 16. Verfahren nach Anspruch 15, das weiter folgenden Schritt aufweist:
 Einrichten bzw. Bestimmen einer zweiten Strömungsmitteltemperatur des Betätigungsströmungsmittels, die mit dem ersten Hubvorgang und dem zweiten Hubvorgang assoziiert ist; und
 wobei der Schritt der Bestimmung der Viskositätsveränderung den Schritt der Bestimmung der Viskositätsveränderung ansprechend auf die erste und zweite Temperatur aufweist.
 17. Verfahren zur dynamischen Messung eines Nutzlastgewichtes für eine Maschine mit mindestens einem Zylinder zum Anheben eines Nutzlastträgers, wobei der Zylinder mit einer Strömungsmittelschaltung mit einem Betätigungsströmungsmittel verbunden ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 Anheben einer ersten Nutzlast mit einem ersten Nutzlastgewicht;
 Abfühlen einer ersten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der ersten Nutzlast;
 Anheben einer zweiten Nutzlast mit einem zweiten Nutzlastgewicht;
 Abfühlen einer zweiten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der zweiten Nutzlast;
 Einrichten eines Parameters, der eine Viskosität des Betätigungsströmungsmittels anzeigt, die mit dem ersten Hubvorgang und dem zweiten Hubvorgang assoziiert ist;
 Anheben einer dritten Nutzlast mit einem dritten Nutzlastgewicht;
 Abfühlen einer dritten Vielzahl von Druckwerten des Betätigungsströmungsmittels während des Anhebens der dritten Nutzlast;
 Einrichten eines zweiten Parameters, der die Viskosität des Betätigungsströmungsmittels anzeigt, das mit dem dritten Hubvorgang assoziiert ist; und
 Einrichten eines Nutzlastgewichtes der dritten Nutzlast ansprechend auf den ersten Viskositätsparameter, den zweiten Viskositätsparameter und die erste und zweite und dritte Vielzahl von Betätigungsströmungsmitteldruckwerten und die ersten und zweiten Nutzlastgewichte.